

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-063789

(43)Date of publication of application : 06.03.1998

(51)Int.Cl.

G06K 9/68

G06F 15/18

(21)Application number : 08-225568

(71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP <NTT>

(22)Date of filing : 27.08.1996

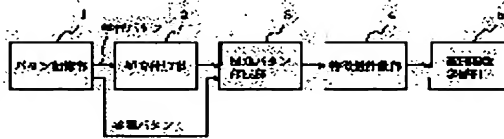
(72)Inventor : SAWAKI MINAKO
HAGITA NORIHIRO
ISHII KENICHIRO

(54) LEARNING METHOD FOR DISCRIMINANT FUNCTION

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To inductively learn a discriminant function robust against image degradation from learned data.

SOLUTION: An image pattern used for learning a discriminant function is stored in a pattern storage part 1. A noise adding part 2 artificially adds noise to the image pattern read out of the pattern storage part 1. A figure and ground pattern generating part 3 generates a figure pattern and a ground pattern by dividing every pixel of the image pattern into a figure area and a ground area. The figure and ground pattern is generated for an image pattern X to which noise is added and a reference pattern T. A featured value calculating part 4 collates the figure and ground patterns of the patterns X and T with each other and calculates a featured value by combining the collated values. A discriminant function learning part 5 regards a function for discriminating the respective featured values obtained from the patterns in the same category and ones in different category as the discriminant function.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 30.01.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3449392

[Date of registration] 11.07.2003

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

Best Available Copy

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-63789

(43)公開日 平成10年(1998) 3月6日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 6 K 9/68		9061-5H	G 0 6 K 9/68	E
G 0 6 F 15/18	5 6 0		G 0 6 F 15/18	5 6 0 A

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 5 頁)

(21)出願番号 特願平8-225568

(22)出願日 平成8年(1996)8月27日

(71)出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号

(72)発明者 澤木 美奈子

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内

(72)発明者 萩田 紀博

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内

(72)発明者 石井 健一郎

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内

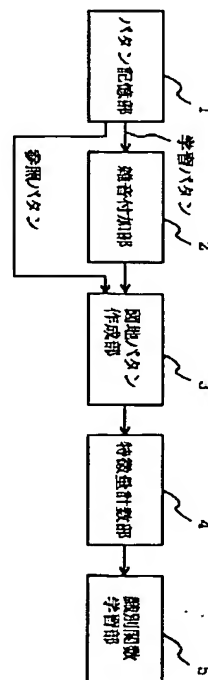
(74)代理人 弁理士 鈴木 誠

(54)【発明の名称】 識別関数学習方法

(57)【要約】

【課題】 画像劣化に対してロバストな識別関数を学習データから帰納的に学習する。

【解決手段】 識別関数の学習に用いる画像パターンをパターン記憶部1に記憶する。雑音付加部2は、パターン記憶部1から読み出される画像パターンに人工的に雑音を付加する。図地パターン作成部3は、画像パターンの各画素を図領域と地領域に分け、図パターンと地パターンを作成する。この図地パターンは、雑音が付加された画像パターンXと参照パターンTについて各々作成する。特徴量計数部4は、パターンXとTの図地パターンを照合し、その値を組み合わせる特徴量を求める。識別関数学習部5は、同一カテゴリ同士のパターン、異なるカテゴリのパターンから各々求める特徴量を判別する関数を識別関数とする。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 パタンの認識に用いる識別関数を、学習パターンから学習して求める識別関数学習方法において、学習パタンの各要素を「図」領域（認識カテゴリ領域）と「地」領域（認識カテゴリ領域以外の領域）にわけ、学習パターンと参照パタンの間で「図」領域または「地」領域の情報を基に照合を行い、照合結果から得られる値を組み合わせる特徴量を求め、同じカテゴリ同士のボタンから得られる特徴量と異なるカテゴリのボタンから得られる特徴量を判別する関数を識別関数とすることを特徴とする識別関数学習方法。

【請求項 2】 請求項 1 記載の識別関数学習方法において、雑音を重畳したボタンを学習パターンに追加して学習を行うことにより得られる識別関数を、求める識別関数とすることを特徴とする識別関数学習方法。

【請求項 3】 請求項 1 又は 2 記載の識別関数学習方法において、カテゴリごとに識別関数を求めることを特徴とする識別関数学習方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、パタンの認識に用いる識別関数を、学習パターンから学習して求める方法に関する。詳しくは、パタンの代表例である印刷漢字、手書き漢字、英数字、記号、数式、図形など多くの文字・図形カテゴリを対象とする場合には、かすれ、つぶれなどの雑音に加わった画像などを認識する識別関数を学習する方法に適用できる。また、災害、医療などで用いる多項目の診断結果をもとに、システムでおきる複数の障害や病気などのカテゴリを認識する方法にも適用できる。なお、ここでカテゴリとは、認識したい単位であり、通常、文字認識では「字種」がこれに当該し、たとえば、数字に限れば 0 から 9 までの 10 カテゴリがあり、漢字では第 1 水準漢字の場合で約 3300 カテゴリがある。

【0002】

【従来の技術】従来、漢字 OCR (Optical Character Reader) などの文字認識処理装置や図面認識装置では、2 値あるいは多値パターンとして表現された文字や図形パターンから認識のための特徴をベクトルの形で抽出し、予め作成してある標準辞書内の各々カテゴリの標準パターンベクトルとの間で類似度または相違度などの識別関数を求めて、最も類似した文字または図形カテゴリを認識結果とする方法が知られている。

【0003】これらの方法では、認識のための特徴および識別関数は、経験的に適切なものを推測し設計することが一般的であるが、OCR などの利用者が入力するデータとのカテゴリ数、カテゴリごとの出現頻度、カテゴリ別に起きる変形の程度などは、必ずしも一致しないため、利用者によっては予想した認識性能が得られないという問題があった。

【0004】さらに、従来の文字認識などの特徴ベクトルの要素には、文字線の方向や接続関数、位置関数などの文字線構造を反映した特徴量が広く用いられているが、かすれ、つぶれ、文字背景雑音などが激しい画像に対して、これらの特徴量が大きく変動してしまい、十分な認識精度を得ることがほとんど不可能であった。認識処理に入る前に、このような雑音を画像処理によって取り除く方法も試みられているが、文字線そのものを雑音の一部と判断して除去してしまったり、雑音の一部が文字線だと判断してよごれのついた文字パターンが結果として出力されるため、やはり特徴量が変動してしまい十分に認識できない。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】上述のように、従来の OCR をはじめとする認識技術は、かすれ、つぶれ、文字背景雑音などによって誤認識となる文字などを正しく認識できる識別関数を学習して求める方法が十分に確立していないという問題があった。

【0006】本発明の目的は、文字認識の上記問題を解決するだけでなく、種々のパターン認識を対象として、学習データ（学習パターン）から雑音にもロバストな識別関数を帰納的に学習する方法を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明では、パタンの「図」の値をとる部分または「地」の値をとる部分の情報を元にした、学習パターンと参照パターンとの照合の際に得られる値を特徴量とし、同じカテゴリ同士の 2 つのパタンから得られる特徴量と異なるカテゴリの 2 つのパタンから得られる特徴量を判別する関数を、識別関数として用いることを主たる特徴とする。

【0008】また、本発明では、人工的に雑音を重畳したボタンを学習パターンに追加して学習を行うことにより得られる識別関数を、求める識別関数とすることを特徴とする。

【0009】

【発明の実施の形態】以下、本発明の一実施例として、文字パターンについて図面により説明する。なお、他のパターンについても同様に実現できる。

【0010】図 1 は本発明の方法を適用する装置構成の一実施例を示すブロック図であり、パターン記憶部 1、雑音付加部 2、図地パターン作成部 3、特徴量計数部 4、及び、識別関数学習部 5 から構成される。

【0011】パターン記憶部 1 は、識別関数の学習に用いる画像パターン（学習パターン）を記憶してある。該画像パターンは n 画素からなり、例えば、2 値画像パタンの場合には、各画素は「0」または「1」で示されている。また、例えば、多値パタンの場合には、各画素は 0 から 1 の間の実数値で示されている。

【0012】雑音付加部 2 は、画像パターンに人工的に雑

3

音を付加する。例えば、2値画像の場合、よごれ雑音の場合は画素値「0」を「1」に、かすれ雑音の場合は画素値「1」を「0」に変換する。また、例えば、多値パタンの場合には、よごれ雑音の場合には画素値を増加し、かすれ雑音の場合には画素値を減少する。この変換された画素の数で付加された雑音量を示す。なお、多値パタンの場合には、画素値の変化分を用いて雑音量を求めてもよい。

【0013】図地パターン作成部3は、画像パタンの各画素を「図」領域と「地」領域にわけける。例えば、2値画像パタンの場合には、画素値が「1」の領域を「図」領域とし、「0」の領域を「地」領域とする。また、例えば、多値画像パタンの場合には、しきい値処理により「図」領域と「地」領域をわけける。なお、図地の判定は人手で行ってもよい。このようにしてわけられた領域から図パターンと地パターンを作成する。この図パターンと地パターンは、雑音が付加された画像パターン（学習パターン）と、雑音が付加されない画像パターン（参照パターン）のそれぞれについて作成される。

【0014】特徴量計数部4は、図地パターン作成部3から、雑音が付加された n 画素の画像パターン（学習パターン）の図パターンと地パターン、及び、参照パタンの図パターンと地パターンを入力して、これらのパターンを照合し、該照合した際に求められる値を組み合わせてることにより、複数個の特徴量を求める。

【0015】識別関数学習部5は、特徴量計数部4から入力された特徴量をもとに、公知の判別分析や計算機による法則発見学習の手法を用いて識別関数を生成する。

【0016】次に、図1の実施例において、本発明による識別関数の学習方法について説明する。図2は、その処理フローチャートの一例である。

【0017】パターン記憶部1には、各カテゴリの n 画素の画像パターンが記憶されている。画像パタンの画素値は、例えば、2値画像パタンの場合は「0」または「1」であり、多値パタンの場合は0から1の間の実数値である。本実施例では、該パターン記憶部1に記憶されている画像パターンを学習パターンと参照パタンの両方に利用する。

【0018】まず、パターン記憶部1から各カテゴリの画像パターン（学習パターン）が読み出され、雑音付加部2に40 入力される（ステップ201）。雑音付加部2では、この画像パターンに対し、作業者によって指定された量の雑音を付加する（ステップ202）。例えば、2値画像パタンの場合、よごれ雑音の場合は「0」を「1」に、かすれ雑音の場合は「1」を「0」に変換する。変換する画素の位置は、例えばランダムに設定する。雑音の量は、例えば変化された画素の数で定量化できる。多値パタンの場合は、例えば、よごれ雑音の場合には画素値を増加させ、かすれ雑音の場合には画素値を減少させる。この雑音が付加された画像パターン（学習パターン）を Xno

4

$ise = (x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_n)$ とする。

【0019】上記雑音が付加された画像パターン $Xnoise = (x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_n)$ は図地パターン作成部3へ入力される。図地パターン作成部3では、該画像パターン $Xnoise$ に対し、「図」「地」判定を行い、図パターン $Xnoise_fig = (x_{f1}, x_{f2}, \dots, x_{fi}, \dots, x_{fn})$ 、および地パターン $Xnoise_back = (x_{b1}, x_{b2}, \dots, x_{bi}, \dots, x_{bn})$ を作成する（ステップ203）。例えば、2値画像パタンの場合には、該画像パタンの画素値が「1」の領域を「図」と判定し、画素値が「0」の領域を「地」と判定する。図パターン $Xnoise_fig$ は、該画像パタンの図領域を「1」とし、地領域を「0」として作成する。地パターン $Xnoise_back$ は、該画像パタンの地領域を「1」とし、図領域を「0」として作成する。また、多値パタンの場合には、一定のしきい値を用いて「図」「地」の判定を行い、図パターンと地パターンを作成する。その場合は、図パタンの図領域は元の多値パタンの多値レベルはそのまま用いるかまたは多値レベルを正規化し、背景領域は、たとえば「0」にする。また、地パタンの地領域は元の多値パタンの多値レベルはそのまま用いるかまたは多値レベルを正規化し、図領域は、たとえば「0」にする。なお、「図」「地」の判定は、人手で行ってもよい。

【0020】次に、パターン記憶部1から各カテゴリの参照パターンを読み出し、図地パターン作成部3へ入力する（ステップ204）。ここで、参照パターンを $T = (t_1, t_2, \dots, t_i, \dots, t_n)$ とする。該参照パターン T は雑音量が0の画像パターンである。図地パターン作成部3では、該参照パターン T に対し、「図」「地」判定を行い、図パターン $T_fig = (t_{f1}, t_{f2}, \dots, t_{fi}, \dots, t_{fn})$ および地パターン $T_back = (t_{b1}, t_{b2}, \dots, t_{bi}, \dots, t_{bn})$ を作成する（ステップ205）。

【0021】図地パターン作成部3で作成された各カテゴリの、雑音が付加された画像パターン（学習パターン） $Xnoise$ の図パターン $Xnoise_fig$ および地パターン $Xnoise_back$ 、雑音量0の参照パターン T の図パターン T_fig および地パターン T_back は、特徴量計数部4へ入力される。特徴量計数部4では、これら雑音が付加された画像パターン $Xnoise$ の図パターン $Xnoise_fig = (x_{f1}, x_{f2}, \dots, x_{fi}, \dots, x_{fn})$ および地パターン $Xnoise_back = (x_{b1}, x_{b2}, \dots, x_{bi}, \dots, x_{bn})$ と参照パターン T の図パターン $T_fig = (t_{f1}, t_{f2}, \dots, t_{fi}, \dots, t_{fn})$ および地パターン $T_back = (t_{b1}, t_{b2}, \dots, t_{bi}, \dots, t_{bn})$ を照合する（ステップ206）。ここで、 i を画素位置（ $i = 1, \dots, n$ ）とした場合、2値画像パタンの場合、 $x_{fi} = 1$ かつ $t_{fi} = 1$ の画素の総数を a 、 $x_{fi} = 1$ かつ $t_{bi} = 1$ の画素の総数を c 、 $x_{bi} = 1$ かつ $t_{fi} = 1$ の画素の総数を b 、 $x_{bi} = 1$ かつ $t_{bi} = 1$ の画素の総数を e とする。すなわち、各画素位置で $Xnoise$ と T の両方パターンが黒点となる総数

(a)、Xnoiseが白点でTが黒点となる総数(b)、Xnoiseが黒点でTが白点となる総数(c)、Xnoiseとtの両方が白点となる総数(e)、の4種類の変数が得られる。多値パタンの場合は、たとえば、画像パターン(学習パターン)Xnoiseの図パターンXnoise_figと参照パターンTの図パターンT_figとの内積値をa、画像パターンXnoiseの図パターンXnoise_figと参照パターンTの地パターンT1との内積値をc、画像パターンXnoiseの地パターンXnoise_backと参照パターンTの図パターンT_figとの内積値をb、画像パターンXnoiseの地パターンXnoise_backと参照パターンTの地パターンT_figとの内積値をeとして、これらの値を求める。

【0022】次に、特徴量計算部4では、上記計数されたa、e、b、cの値の組み合わせにより特徴量を求める(ステップ207)。ここでは例えば、1次と2次の項である以下の14種類を特徴量 $F = (f_1, f_2, \dots, f_j, \dots, f_{14})$ として算出する。

$$F = (a, e, b, c, a * a, e * e, b * b, c * c, a * e, a * b, a * c, e * b, e * c, b * c)$$

$$\text{先の特徴量 } F = (f_1, f_2, \dots, f_j, \dots, f_{14})$$

$$= (a, e, b, c, a * a, e * e, b * b, c * c, a * e, a * b, a * c, e * b, e * c, b * c)$$

を用いて、識別関数

【0026】

【数1】

$$G(F) = \sum_i w_i f_i + w_0$$

【0027】を定義する。ここで、重み係数 w_i の学習を、雑音が付加された画像パターン(学習パターン)Xnoiseと雑音量0の参照パターンTについて、XnoiseとTが同一カテゴリの場合、相異なるカテゴリの場合の2クラスに分けてFisherの判別分析を行うことにより決定する。

【0028】なお、この2クラスを判別するための関数の学習には、ニューラルネットワークによる手法などを用いる計算機による法則発見学習の方法を用いることも可能である。

【0029】次に、図3により、図1の特徴量計数部4の具体的動作例を説明する。図3は、 $n=16$ (画素)として、雑音が付加された2値画像パターンXnoiseと参照パターンTの例およびそれらの図パターンと地パターンを示したものである。図3において、11が雑音の付加された2値画像パターンXnoiseの例、12が2値参照パターンTの例、13が2値画像パターンXnoise11の図パターンXnoise_fig、14が2値参照パターンT12の図パターン

$$F = (a, e, b, c, a * a, e * e, b * b, c * c, a * e, a * b, a * c, e * b, e * c, b * c)$$

$$= (6, 7, 1, 2, 36, 49, 1, 4, 42, 6, 12, 7, 14, 2)$$

以上、本発明の一実施例について説明した。該実施例の説明では、図1のパターン記憶部1に記憶されている画像

*c)

特徴量としては、3次以降の高次の項や、それらを非線形変換した値、たとえば対数値などを用いることも可能である。

【0023】画像パターン(学習パターン)Xnoiseと参照パターンTが同じカテゴリの場合と異なるカテゴリの場合とて、複数のボタン対(Xnoise, T)について、十分な数の特徴量Fをもとめ(ステップ208)、識別関数学習部5に入力する。

【0024】識別関数学習部5では、入力された特徴量Fを用いて識別関数を学習する(ステップ209)。識別関数は、XnoiseとTが同じカテゴリ場合のFと、異なるカテゴリの場合のFの、2クラスを判別する関数を求めることにより得られる。

【0025】ここでは、一例として、Fisherの線形判別分析(例えば、奥野、他著「多変量解析法<改訂版>」(株式会社日科技連出版社)などに詳しく述べられている)により、識別関数を学習する式を以下に示す。

※T_fig、15が2値画像パターンXnoise11の地パターンXnoise_back、16が2値参照パターンT12の地パターンT_backである。ここで、画素位置 i ($i=1, \dots, 16$)は、左上隅を $i=1$ とし、左から右へ、上から下へ、という順で示すこととする。

【0030】図3のXnoise_fig13、T_fig14、Xnoise_back15、T_back16のパターンを照合し、それぞれの画素の値からa、e、b、cの値を求める。aは $x_{fi}=1$ かつ $t_{fi}=1$ の画素数であり、図3のパタン13と14の例では、 $i=2, 3, 7, 11, 15, 16$ の6画素であり、 $a=6$ となる。eは $x_{bi}=1$ かつ $t_{bi}=1$ の画素数であり、図3のパタン15と16の例では、 $i=1, 4, 5, 6, 10, 12, 13$ の7画素であり、 $e=7$ となる。bは $x_{bi}=1$ かつ $t_{fi}=1$ の画素数であり、図3のパタン15と14の例では、 $i=14$ の1画素であり、 $b=1$ となる。cは $x_{fi}=1$ かつ $t_{bi}=1$ の画素数であり、図3のパタン13と16の例では、 $i=8, 9$ の2画素であり、 $c=2$ となる。

【0031】上記計数されたa、e、b、cの値の組み合わせにより特徴量Fを求める。ここでは例えば、1次と2次の項である先の14種類を特徴量Fとすると、次のような値が特徴量として求められる。

【0032】

パターンを学習パターンと参照パタンの両方に使用し、学習パターンは雑音付加部2で雑音が付加された画像パターンX

7

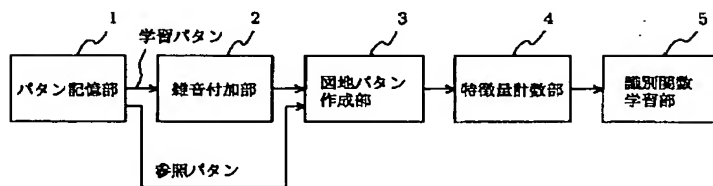
noiseとし、参照パターンTは該Xnoiseの雑音付加前の画像パターンとしたが、参照パターンは他から入力されるパターン（標準パターン）を使用してもよい。この場合、例えばパターン記憶部1に記憶される画像パターン（学習パターン）にあらかじめ雑音が付加されていれば、雑音付加部2を省略することも可能である。

【0033】

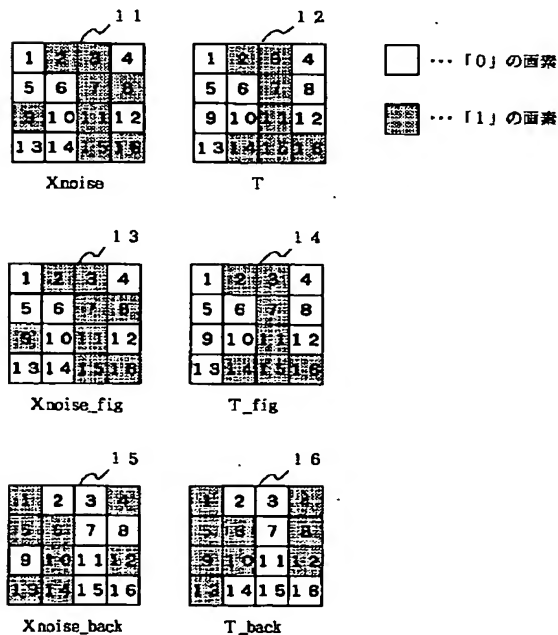
【発明の効果】請求項1の発明によれば、学習パターンセットから識別関数を帰納的に学習することができ、従来の経験的な方法より簡易に適切な識別関数を求めることができる。

【0034】請求項2の発明によれば、雑音を付加したパターンを強制的に学習パターンセットに追加することにより、従来認識が困難とされていた、かすれやよごれなどの重畳した雑音パターンをも識別可能な識別関数を簡易に求めることができる。

【図1】



【図3】



8

【0035】項求項3の発明によれば、請求項1又は2で求められる識別関数より、さらに高精度な識別関数を求めることが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による識別関数学習方法を適用する装置構成例を示すブロック図である。

【図2】本発明による識別関数学習処理のフローチャートの一例である。

【図3】図1の特徴量計数部での具体的な動作例を説明するためのパターン例を示す図である。

【符号の説明】

- 1 パターン記憶部
- 2 雑音付加部
- 3 図地パターン作成部
- 4 特徴量計数部
- 5 識別関数学習部

【図2】

